



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08340165 A**(43) Date of publication of application: **24.12.96**

(51) Int. Cl. **H05K 3/00**
B23K 26/00
B23K 26/00
H05K 3/46

(21) Application number: **07143719**(22) Date of filing: **09.06.95**(71) Applicant: **SUMITOMO HEAVY IND LTD**

(72) Inventor: **KUWABARA TAKASHI**
SAKAI FUMIO

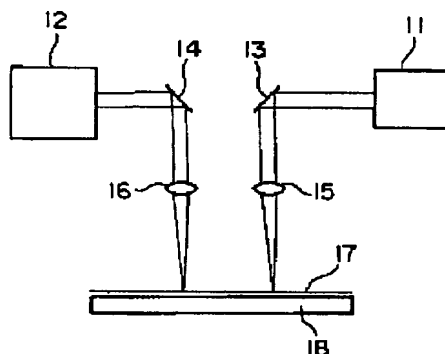
(54) **FORMATION OF VIA HOLE AND LASER**
PROCESSING DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a method of forming a via hole, which makes a high-speed processing possible and simplifies a post treatment process.

CONSTITUTION: A laser processing device has a first laser oscillation part 11, which generates an infrared laser beam, a second laser oscillation part 12, which generates an ultraviolet laser beam from a visible range, mirrors 13 and 14, which make the laser beams from these laser oscillation parts incident perpendicularly on a material 17 to be processed, and focusing lens 15 and 16, which make the laser beams focus, and the ultraviolet-range laser beam is emitted to a hole formed in a polymer layer by the infrared laser beam from the visible range to make a metal conductive layer under the polymer layer expose.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-340165

(43) 公開日 平成8年(1996)12月24日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K 3/00			H 0 5 K 3/00	N
B 2 3 K 26/00			B 2 3 K 26/00	E
	3 3 0			3 3 0
H 0 5 K 3/46		6921-4E	H 0 5 K 3/46	X
		6921-4E		N
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 6 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-143719

(22) 出願日 平成7年(1995)6月9日

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 桑原 尚

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重
機械工業株式会社総合技術研究所内

(72) 発明者 酒井 文雄

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重
機械工業株式会社総合技術研究所内

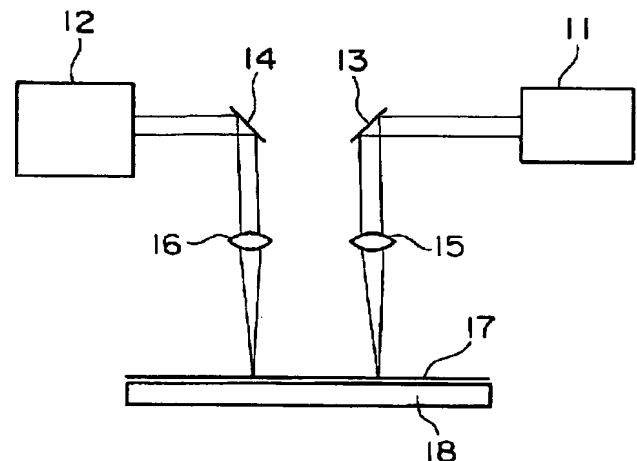
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 バイアホール形成方法及びレーザ加工装置

(57) 【要約】

【目的】 高速加工が可能で、後処理工程が簡単なバイアホール形成方法を提供する。

【構成】 赤外域レーザ光を発する第1のレーザ発振部11と、可視から紫外域のレーザ光を発する第2のレーザ発振部12と、これらレーザ発振部からのレーザ光を被加工物17に垂直に入射させるミラー13、14と、レーザ光を集束させる集束レンズ15、16とを有し、ポリマー層に赤外域レーザ光で形成した穴に可視から紫外域のレーザ光を照射して、ポリマー層の下の金属導電層を露出させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属膜上に積層されたポリマー層に、前記金属膜に達するバイアホールを形成するバイアホール形成方法において、赤外域レーザ光を用いて前記ポリマー層に穴を形成する第 1 の工程と、前記穴の内部に紫外乃至可視域のレーザ光を照射して前記金属膜を露出させる第 2 の工程とを含むことを特徴とするバイアホール形成方法。

【請求項 2】 前記第 1 の工程を連続的に行なって複数の穴を形成すると同時に、該第 1 の工程により形成された前記複数の穴に対し、順次、前記第 2 の工程を施すことを特徴とする請求項 1 のバイアホール形成方法。

【請求項 3】 前記紫外乃至可視域のレーザ光の光源としてエキシマレーザを用いることを特徴とする請求項 1 または 2 のバイアホール形成方法。

【請求項 4】 前記紫外乃至可視域のレーザ光として、赤外域レーザ発振器からの高調波レーザ光を用いることを特徴とする請求項 1 または 2 のバイアホール形成方法。

【請求項 5】 前記金属膜が第 1 のプリント回路基板のプリント配線であり、前記ポリマー層が前記第 1 のプリント回路基板上に積層された第 2 のプリント回路基板の絶縁基板であることを特徴とする請求項 1、2、3、または 4 のバイアホール形成方法。

【請求項 6】 互いに波長の異なるレーザ光を射出する第 1 及び第 2 のレーザ発振部と、前記レーザ光を被加工物の表面上に照射するための光学系と、前記被加工物を保持するとともに、所定平面内で該被加工物を移動させることが可能な X-Y ステージとを有することを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項 7】 前記互いに波長の異なるレーザ光が、赤外域レーザ光と、可視乃至紫外レーザ光とであることを特徴とする請求項 6 のレーザ加工装置。

【請求項 8】 前記光学系が前記可視乃至紫外レーザ光を伝播させる光ファイバを含むことを特徴とする請求項 7 のレーザ加工装置。

【請求項 9】 前記光学系が、前記レーザ光を集束させる集束レンズを含むことを特徴とする請求項 6、7、または 8 のレーザ加工装置。

【請求項 10】 前記集束レンズが $f \theta$ レンズであって、該 $f \theta$ レンズの前段にスキャンミラーが配設されていることを特徴とする請求項 9 のレーザ加工装置。

【請求項 11】 前記光学系が、前記第 1 のレーザ発振部からのレーザ光の光路と前記第 2 のレーザ発振部からのレーザ光の光路とを重ねるための光路合成手段と、該光路合成手段と前記第 1 のレーザ発振部及び前記第 2 のレーザ発振部のいずれか一方との間に設けられ、波長の違いに基づく前記集束レンズにおける色収差を補正するための調整用光学系とを有することを特徴とする請求項 9 または 10 のレーザ加工装置。

【請求項 12】 前記集束レンズが前記第 1 及び第 2 のレーザ発振部にそれぞれ対応して設けられていることを特徴とする請求項 9 または 10 のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、バイアホール形成方法に関し、特にレーザ光を用いて多層プリント回路基板にインターステイシャルバイアホールを形成するバイアホール形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 電子機器の小型化、高密度実装化に伴う、プリント基板の高密度化の要求に答えて、近年、複数のプリント基板を積層した多層プリント基板が登場してきた。このような多層プリント基板では、上下に積層されたプリント基板間で導電層（銅基板）同士を電気的に接続する必要がある。このような接続は、プリント基板の絶縁層（ポリイミド、エポキシ系樹脂等のポリマー）に、下層の導電層に達するバイアホールと呼ばれる穴を形成し、その穴の内部にメッキを施すことによって実現される。

【0003】 バイアホールを形成する方法として、以前は、機械的な微細ドリルが用いられていた。しかし、プリント基板の高密度化に伴うバイアホールの径の縮小や、積層された層の内の一部の層のみに（即ち、表面から裏面へ貫通していない）バイアホール（インターステイシャルバイアホールという）を形成する際の深さ制御の困難性などが原因となり、最近では微細ドリルに代えてレーザ光によるアブレーションを利用したバイアホール形成方法が採用されるようになってきた。

【0004】 従来、この種のレーザによるバイアホール形成方法では、主にエキシマレーザ（紫外光）が使用されている。

【0005】 また、エキシマレーザは、装置価格及びランニングコストが高く、エッチングレート（1 パルス当たりの加工深さ）が低い（一般的に、エッチングレートは波長に比例する）という理由から、価格及びランニングコストが低く、エッチングレートの高い、炭酸ガスレーザや YAG レーザなど、赤外光を発するレーザも使用されるようになってきている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、エキシマレーザ（紫外光）を用いたバイアホール形成方法では、エッチングレートが低いという問題点がある。また、この方法では、穴の上部周辺にカーボンが付着残留し、絶縁不良を招くという問題点もある。また、エッチングレートを上げようと、レーザ光のエネルギー密度を上げると導体層にダメージを与えてしまう（導体層の反射率に依存する）という新たな問題が発生する。

【0007】 また、炭酸ガスレーザや YAG レーザを用いるバイアホール形成方法は、安価で、高速加工が可能

ではあるものの、図4に示すように、ポリマー層に形成した穴41の底面、即ち、露出させようとする導体層42の表面の一部または全面に薄い（エポキシ樹脂及びポリイミドでは厚さ1 μ m程度以下）加工残物43が残ってしまうという問題点がある。この加工残物は、この後さらにレーザー光を照射しても完全に除去することはできない。これは、レーザー光をさらに照射して加工残物を蒸発させようとしても、このとき周囲のポリマーが溶出して（導体層は銅であることが多く、熱の拡散が速いため）新たな加工残物を形成してしまうためだと思われる。従って、これらの方法では、レーザーによる加工の後、強酸化剤（例えば、重クロム酸カリウム）等による湿式の後処理が必要になるという問題点がある。

【0008】本発明は、高速加工が可能で、湿式後処理のような複雑な後処理工程を必要としないバイアホール形成方法を提供することを目的とし、さらに、その方法を実現するための小型の穴明け加工装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、金属膜上に積層されたポリマー層に、前記金属膜に達するバイアホールを形成するバイアホール形成方法において、赤外レーザー光を用いて前記ポリマー層に穴を形成する第1の工程と、前記穴の内部に紫外乃至可視域のレーザー光を照射して前記金属膜を露出させる第2の工程とを含むことを特徴とするバイアホール形成方法が得られる。

【0010】また、本発明によれば、互いに波長の異なるレーザー光を出射する第1及び第2のレーザー発振部と、前記レーザー光を被加工物の表面上に照射するための光学系と、前記被加工物を保持するとともに、所定平面内で該被加工物を移動させることが可能なX-Yステージとを有することを特徴とするレーザー加工装置が得られる。

【0011】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1に本発明の一実施例に使用されるレーザー加工装置を示す。このレーザー加工装置は、第1及び第2のレーザー発振部11、12と、これらレーザー発振部11、12にそれぞれ対応する第1及び第2の折り返しミラー13、14及び第1及び第2の集束レンズ15、16と、被加工物17を載置するX-Yステージ18を有している。

【0012】第1のレーザー発振部11は、赤外域のレーザー光を出射する。このようなレーザー発振部11としては、炭酸ガスレーザー（TEA：CO₂ガスレーザー）や、YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）、或いはYLF（リチウム・イットリウム・フロライド）等の固体レーザーを使用することができる。

【0013】また、第2のレーザー発振部12は、紫外乃至可視域のレーザー光を出射する。このレーザー発振部12としては、エキシマレーザー（例えば、KrF：発振波長

248nm）、または、YAGレーザーあるいはYALレーザーと波長変換用結晶（KTP、LBO、あるいはBBO結晶；第2高調波（2 ω ）を発生させる）との組み合わせ（さらにBBO結晶を組み合わせても良い；第4高調波（4 ω ）を発生させる）が使用できる。このとき基本波と第2高調波を合成して第3高調波（3 ω ）としてもよい。さらに、銅蒸気レーザー（発振波長511nm及び578nm）も使用することができる。

【0014】第1及び第2の折り返しミラー13、14は、それぞれ第1及び第2のレーザー発振部11、12から出射されたレーザー光が、X-Yステージ18に対して垂直、つまり、被加工物17に対して垂直に入射するようにレーザー光を反射する。したがって、これらの折り返しミラー13、14は必ずしも必要なものではなく、レーザー発振部11、12、集束レンズ15、16、及びX-Yステージ18の配置により適宜使用される。また、第2のレーザー発振部12からのレーザー光については、折り返しミラー14に代えて、光ファイバを用いて所定方向へ伝播させることもできる（第1のレーザー発振部11からのレーザー光についても、その波長によっては、光ファイバで伝播させることができる）。

【0015】第1及び第2の収束レンズ15、16は、折り返しミラー13、14でそれぞれ反射されたレーザー光が被加工物17の表面上で所定の径となる様にレーザー光を収束させる。収束レンズ15は、赤外光を収束させるので、その材質として例えば、ZnSeが使用される。また、集束レンズ16は、紫外から可視光を集束させるので、材質として例えば、合成石英や、BK7が使用される。なお、第1及び第2の折り返しミラー及び第1及び第2の収束レンズ15、16の各表面は、その反射率及び透過率を考慮した上でコーティングされている。

【0016】この装置を用いて、多層プリント回路基板にインタースティシャルバイアホール（以下、バイアホールと略す）を形成する方法について説明する。まず、被加工物17である多層プリント回路基板について説明する。多層プリント回路基板は、図2（a）に示すように、ポリイミドあるいはエポキシ系樹脂等のポリマー製絶縁層21を複数有し、各絶縁層の表面（最下層の基板では表裏両面）には、それぞれ導電（Cu）層（プリント配線）22が印刷形成されている。そして、バイアホールを形成しようとする場所では、上層側の導電層22に穴23が形成されている。複数の層にわたってバイアホールを形成する場合には上層側に位置するすべての導電層に穴が形成される。この様な多層プリント回路基板に対するバイアホールの形成は、以下の様にして行われる。

【0017】まず、多層プリント回路基板をX-Yステージ18に搭載する。そして、穴23に集束レンズ15で集束させたレーザー光が当たるように位置調整を行う。

そして、レーザ光発振部 11 から出射した赤外レーザ光を、折り返しミラー 13 及び集束レンズ 15 を介して穴 23 内部の絶縁層 21 に照射する。赤外レーザ光の照射により穴 23 内部の絶縁層 21 はアブレーションを生じて除去加工される。赤外レーザ光を用いる加工は、従来の紫外レーザ光を用いる加工に比べ非常に短い時間で終了する。即ち、加工速度が速い。しかも、紫外光を用いないのでカーボンの発生もない。ただし、図 2 (b) で示すように、下層側の導電層 22 の表面に加工残物 24 が残る。

【0018】次に、この多層プリント回路基板を X-Y ステージ 18 を用いて移動させ、穴 23 内に集束レンズ 16 で集束させたレーザ光が当たるようにする。そして、レーザ光発振部 12 から出射した紫外から可視域のレーザ光を、折り返しミラー 14 及び集束レンズ 16 を介して穴 23 内の加工残物 24 に照射する。すると、図 2 (c) に示すように、加工残物 24 が蒸発し、下層側の導電層 22 が露出し、バイアホールが完成する。この後、バイアホールの内部をメッキすれば、2つの導電層を電気的に接続することができる。

【0019】このように、本実施例によれば、高速加工が可能で、湿式後処理も不要で、さらに、紫外レーザ光あるいは可視レーザ光は、最後に数ショット使用するだけなので、カーボンの発生もほとんどない。

【0020】実際に、炭酸ガスレーザでポリマー製絶縁層に穴を形成した後、この穴に、YLF レーザからのレーザ光を照射してみると、Nd:YLF レーザの基本波 (1ω ; 波長 1047nm) を照射した場合 (照射エネルギー 3mJ/パルス、1ショット) は、加工残物を取り除くことはできなかった。これに対して、Nd:YLF レーザの第 2 高調波 (照射エネルギー 0.8mJ/パルス、1ショット、波長 523nm) を照射した場合は、加工残物を完全に除去することができた。同様に、Nd:YLF レーザの第 4 高調波 (照射エネルギー 0.3mJ/パルス、5ショット、波長 266nm) を照射した場合も、加工残物を除去することができた。ただし、この場合は、レーザ光を照射し過ぎたために、導電層にアブレーションが生じているようであった。

【0021】なお、第 2 のレーザ発振部 12 に使用可能なレーザには、それぞれ次のような特徴がある。まず、エキシマレーザは、例えば、KrF:エキシマレーザの場合、1パルス当たりのエネルギーが 800mJ、ビームの断面積 (照射面積) が約 3cm² であり、高いエネルギーと、広いビーム面積を有することを特徴としている。したがって、径 0.2~0.5mm 程度のバイアホールの底面に照射する際に必要とされるエネルギー密度が約 300mJ/cm² であることを考慮すると、適当なマスクを用いて、広い面積にわたる投影加工ができる。他のエキシマレーザ ArF (発振波長 193nm)、XeF (発振波長 351nm)、XeCl (発振波長 30

8nm) 等についても同様である。

【0022】また、YAG レーザと YLF レーザとは、同じ固体レーザであるが、YAG レーザからのレーザ光はランダム偏光、YLF レーザからのレーザ光は直線偏光、という違いがあり、波長変換結晶へは直線偏光成分が入射するため、後者の方が波長変換効率が高い。また、後者の方が、熱レンズ効果が現れにくく、連続使用に向いている。これらのレーザでは、CW 発振とパルス発振のいずれも可能であるが、本実施例の場合は、ピークパワーの大きなパルス発振の方が望ましい。

【0023】また、銅蒸気レーザは、ピークパワーが大きく、繰返し周波数が 7000Hz と非常に高いという特徴を有しているが、30分程度のウォームアップを必要とする。

【0024】次に、本発明の第 2 の実施例を説明する。本実施例のレーザ加工装置は、基本的には、第 1 の実施例のレーザ加工装置と同じである。本実施例のレーザ加工装置が第 1 の実施例のレーザ加工装置と異なる点は、折り返しミラー 13、14 に替えて、ガルバノ等の 2 軸スキャンミラー (図示せず) を有し、集束レンズ 15、16 として f θ レンズ (図示せず) を有している点である。

【0025】2 軸スキャンミラーは、例えば、互いに異なる方向に回転可能な 2 枚のミラーを組み合わせることで実現され、レーザ発振部 11、12 からのレーザ光を xy 平面内で走査させる。f θ レンズは、2 軸スキャンミラーから入射するレーザ光の入射角によらず、レーザー光が被加工物 17 に対して焦点を結びかつ垂直に入射するように設計されている。従って、この 2 軸スキャンミラーと f θ レンズとの組み合わせにより、X-Y ステージ 18 を用いて被加工物 17 を移動させなくとも、第 1 の実施例同様バイアホールを形成することができる。また、所定範囲内であれば、複数のバイアホールを形成する場合であっても、被加工物 17 を X-Y ステージ 18 を用いて移動させる必要がない。

【0026】本実施例の装置では、2つの 2 軸スキャンミラーをそれぞれ独立制御することができるので、レーザ発振部 11、12 からのレーザ光をそれぞれ異なる穴に照射することができる。このため、所定範囲内に複数のバイアホールを形成する場合、レーザ発振部 11 からのレーザ光で絶縁層に穴を形成する工程と、レーザ発振部 12 からのレーザ光で穴に残った加工残物を除去する工程とを (異なる穴に対して) 同時に行うことができる。従って、逐次的に加工する場合に比べ、大幅に加工時間を短縮する (レーザ発振部 11 からのレーザ光で絶縁層 21 に穴を形成する工程のみの場合とほぼ等しい) ことができる。

【0027】また、本実施例の装置では、X-Y ステージによる移動の必要性が少ない (広範囲に亘って加工を行う場合は、所定範囲ごとに行うので、このとき X-Y

ステージによる移動が必要となるが、所定範囲内であれば全く不要)ので高速加工が可能となる。詳述すると、X-Yステージによる被加工物の移動時間間隔は、10 Hz程度でしかないが、2軸スキャンミラーによる焦点位置の移動時間間隔は、100 Hz以上を実現でき、レーザ光の加工点間の移動時間が比べ物にならないほど短くなる。

【0028】次に本発明の第3の実施例について図3を参照して説明する。本実施例のレーザ加工装置は、第1及び第2のレーザ発振部31、32と、調整用光学系33、ミラー34、折り返しミラー35、集束レンズ36、及び被加工物37を載置するX-Yステージ38を有している。

【0029】第1及び第2のレーザ発振部31、32は、それぞれ第1の実施例の第1及び第2のレーザ発振部11、12に対応するが、配置は逆であっても良い。また、調整用光学系33は、集束レンズ36における、2つのレーザ光の波長の違いによる色収差の違いを解消して、焦点位置の補正を行うためのものであり、第1及び第2のレーザ発振部31、32のいずれか一方に対応して設けられていればよく、第1のレーザ発振部31に対応するように設けてもよい。

【0030】ミラー34は、第1のレーザ発振部31からのレーザ光を透過し、第2のレーザ発振部32からのレーザ光を全反射するように材料及び表面のコーティング材が選択されているか、または、移動機構(図示せず)に搭載されている。

【0031】折り返しミラー35は、第1及び第2のレーザ発振部31、32からのレーザ光を共に全反射するように、その表面に金属膜、または誘電体多層膜がコーティングされている。なお、第1の実施例と同様の理由で、このミラー35は必ずしも必要ではない。

【0032】集束レンズ36は、2つのレーザ発振部31、32からのレーザ光を双方とも透過させるような材質を選択しなければならない。例えば、これらのレーザ光を双方とも透過させる材質として、NaCl、KBr、及びKI等がある。また、集束レンズ36の表面には、これらのレーザー光を双方とも透過させるようにコーティングが施されている。

【0033】このレーザ加工装置を用いてバイアホールを形成する方法は、第1の実施例と同様である。ただし、ミラー34が移動機構に搭載されている場合は、第1のレーザ光発振部31からのレーザ光を被加工物に照射するとき、このミラー34を光路上から光路外に移動させ、逆に第2のレーザ光発振部32からのレーザ光を被加工物に照射するときは、光路外から光路上にミラー34を移動させて加工を行う必要がある。

【0034】また、本実施例の折り返しミラー35と集束レンズ36に代えて、第2の実施例で使用されたのと同様のガルバノスキャン等のビームスキャン装置とfθ

レンズとを用いることもできる。また、ミラー34を用いず、第2の実施例と同様に、第1及び第2のレーザ発振部31、32にそれぞれ対応する2つのビームスキャン装置を設け、これらのビームスキャン装置からの2つのレーザ光を1つのfθレンズに入射させるようにしてもよい。なお、fθレンズにおいて、レーザ光の波長の違いによる色収差が生じるような場合は、スキャンミラーの角度と加工点の位置を調整して補正する必要がある。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、赤外レーザ光を用いてポリマー層に穴を形成し、その後可視から紫外域のレーザ光で加工残物を取り除くようにしたことで、湿式の後処理を必要とせず、高速加工が可能なバイアホール形成方法が得られる。

【0036】また、本発明によれば、赤外光を発するレーザ発振部と、可視から紫外域のレーザ光を発するレーザ発振部とを設けたことで、バイアホールを高速加工することができるレーザ加工装置がえられる。

【0037】さらに、2つのレーザ発振部からのレーザ光を同一光路に導くようにしたことで、小形で、高速加工が可能な加工装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の構成図である。

【図2】図1の装置によるバイアホールの形成工程を説明するための工程図である。

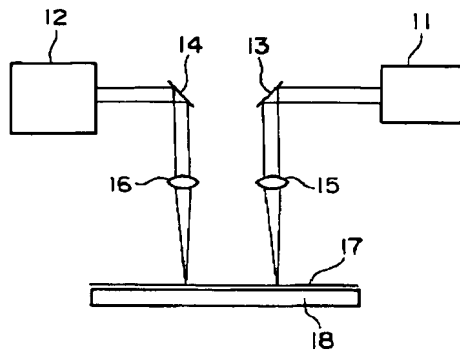
【図3】本発明の第3の実施例の構成図である。

【図4】導体膜上のポリマー層に赤外域レーザ光で形成した穴の斜視図である。

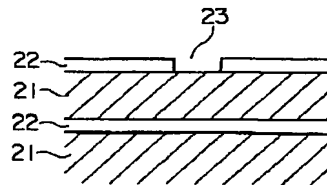
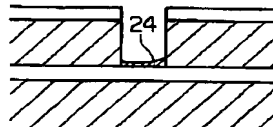
【符号の説明】

11、12	レーザ発振部
13、14	折り返しミラー
15、16	集束レンズ
17	被加工物
18	X Yステージ
21	ポリマー製絶縁層
22	導電層
23	穴
24	加工残物
31、32	レーザ発振部
33	調整用光学系
34	ミラー
35	折り返しミラー
36	集束レンズ
37	被加工物
38	X-Yステージ
41	穴
42	導電層
43	加工残物

【図 1】

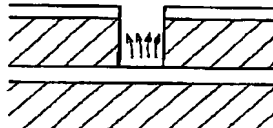


【図 2】

(a)
赤外線レーザー光

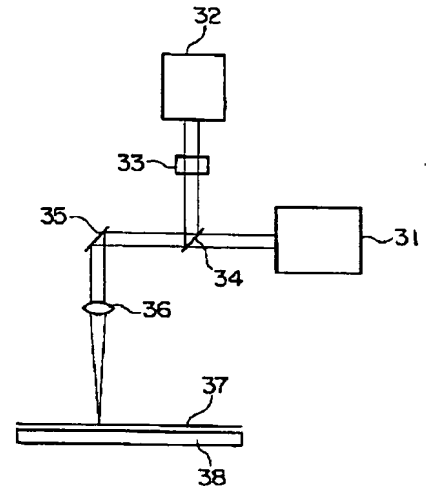
(b)

紫外線レーザー光

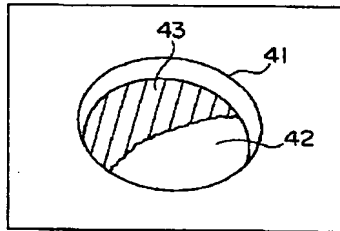


(c)

【図 3】



【図 4】



BEST AVAILABLE COPY